

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Nocování sýkory koňadry (*Parus major*)
v hnízdních budkách

Bc. Adéla Bílková

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: doc. Mgr. Miloš Krist, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Miloše Krista, Ph.D., a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 31.7.2023

Podpis

Bílková A. 2023. Nocování sýkory koňadry (*Parus major*) v hnízdních budkách [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 36 s. Česky.

Abstrakt

Hnízdní budky jsou pro ptáky útočištěm využívaným jak k hnízdění, tak nocování. Vědci mohou u ptáků hnízdících v budkách snadno sledovat jejich chování, které by v otevřené krajině šlo studovat poměrně těžko. V této práci jsem sledovala, na základě jakých faktorů si na Velkém Kosíři sýkory koňadry (*Parus major*) vybírají nocoviště. Pokusila jsem se manipulovat ptáky vnímané riziko ektoparazitismu a predace v budkách provedením dvou experimentů v zimních sezónách roků 2022 a 2023. Předpokládala jsem, že se ptáci budou přiklánět k budkám vyčištěným od starého hnízdního materiálu obsahujícího ektoparazity a stejně tak k budkám bez uměle vloženého peří naznačujícího proběhlou predaci. Vzhledem k tomu, že tyto experimenty běžely současně, sledovala jsem i vliv možné interakce těchto faktorů na výběr nocoviště. Výsledky se poměrně lišily mezi jednotlivými sezónami. Jediný shodný výsledek z obou sezón byl u kombinace starého hnízda s peřím v budce, přičemž tato se jevila jako nejméně oblíbená (~ obsazovaná). Obsazenost budek jsem sledovala zejména podle pokryvnosti dna budek trusem. Pokryvnost dna odpovídala množství trusu ($F_{1, 203} = 559,4$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,732$) a je to tedy dostačující metoda k vykreslení obrázku o noční obsazenosti budek. Jako dodatečnou metodu ke sledování nocování sýkor v budkách jsem využila RFID čtečky umístěné na budkách, které zaznamenávaly pohyb sýkor, které jsme na začátku první sezóny očipovali. Tato metoda přinesla velmi zajímavé výsledky. Zjistila jsem, že sýkory koňadry byly extrémně věrné svému nocovišti. RFID čtečky jsou velmi dobrou metodou detekce obsazenosti budek a umožňují sledovat mnoho dalších důležitých a zajímavých vzorců chování ptáků v budkách.

Klíčová slova: Velký Kosíř; experiment; výběr nocoviště; predace; ektoparazitismus; trus; RFID čtečky; věrnost nocovištím; hnízdní budky

Bílková A. 2023. Roosting of the great tit (*Parus major*) in nest boxes [diploma thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 36 pp. Czech.

Abstract

Nest boxes are a refuge for birds used for both nesting and roosting. The occupation of nest boxes by birds is also advantageous for scientists, as it allows them to observe different patterns in bird behaviour which could be relatively difficult to study in the open landscape. In this study, I investigated the factors on the basis of which great tits (*Parus major*) choose their roosting sites. I strived to manipulate the birds' perceived risk of ectoparasitism and predation in nest boxes by conducting two experiments that took place in the winter seasons of 2022 and 2023. My assumption was that birds would prefer nest boxes cleaned from old nesting material containing ectoparasites, as well as boxes without artificially inserted feathers indicating predation. Because these experiments ran simultaneously, I also tested their interaction on roost selection. The results of the experiments varied quite a bit between seasons. The only identical result from both seasons was for the combination of an old nest with a feather, which appeared to be the least preferred (~ occupied). I monitored the occupancy of the nest boxes mainly by the coverage of droppings on their bottom. Bottom coverage corresponded to the amount of droppings ($F_{1, 203} = 559,4$, $p < 0.001$, $R^2 = 0,732$), thus the method is quite suitable for this usage. As an additional method to monitor occupancy, I used RFID readers placed on the nest boxes to record the movements of the tits we equipped with PIT tags at the beginning of the first season. This method revealed very important results. Great tits showed extreme fidelity to their roost-sites. This finding demonstrated that RFID readers make a very good method for detecting occupancy of the nest boxes, and can help to detect many other important and interesting patterns of bird behaviour in nest boxes.

Key words: Velky Kosir; choice experiment; roost site selection; predation; ectoparasitism; droppings; RFID readers; roost site fidelity; nest boxes

Obsah

Seznam obrázků	vii
Seznam tabulek	viii
Poděkování	ix
1. Úvod.....	1
1.1 Hnízdní budky jako nocoviště a jejich úskalí.....	1
2. Cíle práce	4
3. Materiál a metody	5
3.1 Studijní plocha a modelové druhy	5
3.2 Metodika.....	6
3.2.1 Příprava experimentů.....	6
3.2.1.1 Experiment čištění.....	6
3.2.1.2 Experiment predace.....	7
3.2.2 Sběr dat k vyhodnocení experimentů.....	7
3.2.3 Analýza dat	8
4. Výsledky	11
5. Diskuse.....	16
6. Závěr	20
Literatura.....	21
Přílohy	24

Seznam obrázků

Obrázek 1: Stupnice pokryvnosti trusu v budkách dle Paclíka a Tyllera, 2014.	8
Obrázek 2: Bodový graf vykreslující regresi – bez nulových hodnot.	9
Obrázek 3: Bodový graf vykreslující regresi – s nulovými hodnotami.....	10
Obrázek 4: Obsazenost budek (ano – ne) v závislosti na kombinaci studovaných faktorů.	13
Obrázek 5: Množství trusu v budkách v závislosti na kombinaci studovaných faktorů..	14
Obrázek 6: Zobrazení rozmístění budek studijní plochy Zmola vykreslující preference budek.	15

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky testu experimentálních zásahů na pokryvnost trusu v budkách....11

Tabulka 2: Vliv experimentálních zásahů na hmotnost trusu v budce (g). 12

Poděkování

Mé poděkování patří prvně vedoucímu práce doc. Mgr. Miloši Kristovi, Ph.D., a to především za veškerý čas, který mi věnoval, jeho cenné připomínky, pomoc při zpracování a trpělivost. Velký dík patří také mé rodině a příteli, kteří mě neustále podporovali a stáli při mně. Vděčná jsem také mým přátelům a spolužákům, se kterými jsem mohla sdílet každodenní strasti vysokoškolského života a byli mi rovněž velkou oporou.

Diplomová práce byla podpořena interní grantovou agenturou Univerzity Palackého (IGA_PrF_2023_011).

V Olomouci dne 31.7.2023

1. Úvod

Živočichové žijící ve vyšších zeměpisných šířkách musí v průběhu zimy čelit poklesům teploty a dnům s kratší fotoperiodou, což vede ke snížení času k nalezení potravy (Andreasson et al., 2019). Ptáci jakožto endotermní živočichové musí v zimě s teplem hospodařit šetrně, jelikož množství vyprodukovaného tepla se odvíjí od množství přijaté potravy. Rozličné přírodní podmínky vedly k tomu, že živočichové byli nuceni přijmout různá uzpůsobení, jež jim ve ztíženém prostředí napomáhají k přežití kruté zimy, především pak chladných nocí. Některé druhy ptáků se nedokáží na zimní období přizpůsobit, proto migrují do teplejších oblastí. Nicméně druhy, které u nás zůstávají, mají různá uzpůsobení, a to jak fyziologická, tak behaviorální. Mezi tyto mechanismy můžeme řadit např. fakultativní hypotermii (Cooper a Gessaman, 2019), společné nocování (Dhondt et al., 2007) či výběr vhodného nocoviště (Cooper, 1999; Veľký et al., 2010; Paclík, 2019).

1.1 Hnízdní budky jako nocoviště a jejich úskalí

Pro ptáky jsou hnízdní budky útočištěm, které využívají jak ke hnízdění, tak k nocování. Využívání budek má pro ptáky mnoho výhod, jako je ochrana před predací či povětrnostními vlivy. Nocování v budkách nebo přirozených dutinách přináší výhodu v podobě stabilnějších tepelných podmínek, jež znamenají značné šetření energetických výdajů (Mainwaring, 2011). V mnoha studiích bylo prokázáno, že hnízdní budky tak přispívají k ochraně zranitelných druhů (Petty et al., 1994; Berthier et al., 2012; Libois et al., 2012).

Vhodných uzavřených míst k nocování či hnízdění je však málo a jen málo druhů (např. strakapoudi) si dokáže vyklovat své vlastní dutiny pro nocování. Menší druhy jsou často nuceny využívat místa po jiných druzích či náhradní umělá nocoviště v podobě budek. Ne každá budka však poskytne stejný komfort. Liší se např. v termoregulačních vlastnostech, na které mají vliv především expozice ke světové straně či znovuvyužití hnízdního materiálu v budce. I budky jsou dostupné jen v omezeném množství a často jsou tak ptáci nuceni využívat místa, jež byla obsazena v předchozí sezóně (Tomás et al., 2007). Izolační vlastnost budek může být sice přítomností starého hnízdního materiálu navýšena, nicméně jsou zde jiná úskalí. Jde především o přítomnost ektoparazitů, jako jsou blechy nebo štěnice, kteří ptáky v průběhu nocování mohou napadnout. Ektoparazité mohou mít vliv na kondici ptáků a snížit jejich šanci na přežití (Mainwaring, 2011). Mohou negativně ovlivnit také reprodukční úspěšnost a tělesnou hmotnost samic na konci

hnízdního období, což je způsobeno pravděpodobně vynaložením větších energetických nároků na přísun potravy mláďatům či na hygienu hnízda (Tomás et al., 2007).

V několika studiích byl prokázán výběr nocoviště bez ektoparazitů (Merilä a Allander, 1995; Rohner et al., 2000; Mainwaring, 2011). Christe et al. (1994) ve své studii došli k závěru, že sýkory koňadry (*Parus major*) si vybírají k nocování raději budky zbavené ektoparazitů než budky s výskytem blech slepičích (*Ceratophyllus gallinae*). V případě, že byli do budek přidáni ektoparaziti, preferovaly sýkory nocoviště otevřená či přirozené dutiny (Christe et al., 1994).

Dalším faktorem, který může ovlivnit výběr nocoviště, je potenciální riziko predace v budce, přičemž bylo prokázáno, že ptáci se budkám s tímto rizikem převážně vyhýbají (Ekner a Tryjanowski, 2008; Griggio et al., 2016). Olfaktorické vjemy k detekci predátorů se u ptáků zkoumají až v posledních cca 20 letech. Tyto vjemy využívají ptáci mimo jiné k navigaci či orientaci (Nevitt a Bonadonna, 2005), při odlišení svého partnera od ostatních (Jouventin et al., 2007) nebo mladí jedinci k rozpoznání svého hnízda (Caspers a Krause, 2011). Mezi predátory, kteří mohou v nocovištích ptáky napadnout, se řadí např. kuna lesní (*Martes martes*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*) či různé druhy hadů (Dhondt et al., 2010). Pokud ptáci v budce narazí na stopy po potenciální predaci, jako jsou třeba zbytky peří, raději si vyberou jiné nocoviště (Ekner a Tryjanowski, 2008; Griggio et al., 2016). Silná preference nepredovaných budek byla prokázána např. ve studii Eknera a Tryjanowskeho (2008), kteří do budek jako simulaci predace rozmístili srst a rozdrčené peří.

Problematikou rizika ektoparazitismu v hnízdních budkách se již zabývalo poměrně velké množství vědeckých prací, přičemž se ukazuje náklonnost ptáků k budkám bez parazitů. Riziko predace je méně studované, zároveň výsledky těchto studií nejsou jednoznačné (např. Amo et al., 2008; Ekner a Tryjanowski, 2008). Mnoho prací studovalo efekt těchto faktorů na kondici ptáků (Tomás et al., 2007), již méně jich ale testovalo samotné chování ptáků vzhledem k riziku parazitismu či predace. Tuto problematiku je tak třeba dále studovat. Proto bylo mou snahou zjistit preference ptáků, a to při kombinaci těchto dvou faktorů ovlivňujících výběr nocovišť.

Ke zjišťování noční obsazenosti budek se často užívá přímých kontrol (např. Báldi a Csörge, 1997; Krištín et al., 2001), které ale mohou ptáky rušit a zkreslovat tak pozorované výsledky. Existují alternativní metody kontrol, jako jsou kamerové záznamy (Amo et al., 2011), využití miniaturní kamery (Sládeček, 2006) či RFID čteček umístěných na budkách (Li et al., 2023). V této práci kombinuji více neinvazivních metod

kontrol obsazenosti, a to sledování pokryvnosti a hmotnosti trusu (Paclík a Tyller, 2014), doplněné o sledování čipovaných ptáků RFID čtečkami.

Technologii radiofrekvenční identifikace (RFID), jež umožňuje automatickou identifikaci očipovaných ptáků, lze dobře využít k detailnějšímu zkoumání pohybů ptáků. Metoda se využila např. při zkoumání hnízdního chování v koloniích (Dittmann et al., 2005), nicméně jen zřídka se použila ke zjišťování chování ptáků při výběru místa k nocování (Li et al., 2023). Tato metoda by mohla být významným přínosem při sledování věrnosti ptáků nocovištím. U sýkor koňader byla zjištěna velká věrnost svému nocovišti, přičemž do svých budek se vracely i v další sezóně (Krištín et al., 2001). V této studii však bylo využito přímých nočních kontrol se současným kroužkováním ptáků (Krištín et al., 2001). Proto jsem v mé práci chtěla za pomoci RFID čteček zjistit, do jaké míry sýkory koňadry využívají dostupné budky a zda se do nich rovněž pravidelně vrací či nikoliv. Tato metoda je kromě počátečního nutného očipování ptáků už neinvazivní a přesná, tudíž by neměla zkreslovat výsledky a měla by dobře nastínit preference a případnou věrnost ptáků jednotlivým budkám.

2. Cíle práce

Cílem této práce bylo za pomoci experimentu zjistit preference ptáků při nocování v zimním období v hnízdních budkách. Pokusila jsem se manipulovat ptáky vnímané riziko predace a riziko ektoparazitismu, tedy dva hlavní faktory, které mohou mít vliv na výběr jejich nocoviště. Testovala jsem hypotézu, zda ptáci preferují nocování v budkách vyčištěných od starého hnízdního materiálu a těch s nižším rizikem predace. Vliv zmíněných faktorů na ptačí preference byl již dříve zkoumán, nicméně jen málokdy se sledoval i vliv jejich vzájemné kombinace.

Zároveň jsem v této práci kombinovala metody sběru dat. První metodou byla pokryvnost dna budky trusem a jako druhou metodu jsem použila konkrétní hmotnost trusu v budkách. Mým dalším cílem bylo tyto metody porovnat a zjistit, zda je metoda zjišťování preferencí jednotlivých budek pomocí pokryvnosti trusu odpovídající skutečnému obsahu v budce. V neposlední řadě jsem využila třetí metodu sběru dat, a to za pomoci RFID čteček umístěných na budkách, přičemž mým cílem bylo sledování konkrétních příletů a odletů očipovaných sýkor. Zjištěné výsledky jsem následně porovнала s podobně zaměřenými studiemi.

3. Materiál a metody

3.1 Studijní plocha a modelové druhy

Výzkum probíhal v přírodním parku Velký Kosíř (N 49° 33', E 17° 04') nacházejícím se v okrese Prostějov v Olomouckém kraji. Jedná se o chráněné území s rozlohou 19 km², jež bylo vyhlášeno v roce 1987 za účelem zachování krajinného rázu. Dominantou je zde vrchol Velký Kosíř vysoký 442 m n. m., který je zároveň nejvyšším vrcholem Hané. Uvnitř přírodního parku se nachází několik maloplošných zvláště chráněných území.

Lokalita výzkumu se nachází na jihozápadním svahu Velkého Kosíře (**Příloha 1**). Převažujícím biotopem jsou teplomilné acidofilní doubravy. Dominantním druhem dřeviny je zde dub zimní (*Quercus petraea*), místy se nachází borovice lesní (*Pinus sylvestris*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*). V bylinném patře můžeme najít např. biku bělavou (*Luzula luzuloides*), košťavu ovčí (*Festuca ovina*), náprstník velkokvětý (*Digitalis grandiflora*), vzácně bělozářku větevnatou (*Anthericum ramosum*) či zvonek broskvoňolistý (*Campanula persicifolia*) (Pladias, 2023). Lokalita je významná především ornitologicky, vyskytuje se zde řada vzácných druhů jako je žluva hajní (*Oriolus oriolus*), lejsek šedý (*Muscicapa striata*), lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*) nebo datel černý (*Dryocopus martius*) (NDOP AOPK ČR, 2023). Studijní plochy se nachází v podhůří Dražanské vrchoviny v mírně teplém klimatickém pásmu. Najdeme zde řadu příkrých svahů s menšími zařízlými roklemi, kde periodicky na jaře či při vydatných deštích protékají drobné potůčky (**Příloha 2**).

Modelovým druhem výzkumu byla především sýkora koňadra, která je na této lokalitě nejčastějším hnízdícím druhem. Mimo ni zde hnízdí také sýkora modřínka (*Cyanistes caeruleus*), brhlík lesní (*Sitta europaea*) a lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*). Sýkora koňadra je u nás pravidelně hnízdící stálý pták z čeledi sýkorovitých (Paridae), který dorůstá velikosti 13,5–15 cm. Obývá převážně lesy, sady, remízky a zahrady, běžně ji můžeme spatřit v blízkosti lidských sídel, čemuž nám jsou dokladem její hojné návštěvy krmítek. Jde o naši největší sýkoru, která je charakteristická žlutým břichem, lesklou černou hlavou s bílými skvrnami na tvářích, mechově zeleným hřbetem a modrošedými křídly s bílými pásky. Samec se od samice příliš neliší, pouze má sytější vybarvené žluté břicho a na něm silnější černý pruh. Hnízdí v dutinách stromů, často také osidluje hnízdní budky. Živí se převážně hmyzem a semeny. V zimě se může vyskytovat v hejnech, a to i s jinými druhy sýkor (Dungel a Hudec, 2001; Svensson et al., 2016).

3.2 Metodika

Výzkum probíhal v průběhu let 2022–2023 během dvou zimních sezón. První sledování probíhalo od ledna do března 2022, druhé od října 2022 do března 2023. Výzkum jsem realizovala na dvou studijních plochách „Zmola“ a „Sluka“, na kterých bylo vyvěšeno 95 a 118 budek. Budky byly rozmístěny ve výšce cca 1,5 m nad zemí a vzdálenosti 30–50 m od sebe. Každá měla své číslo pro zaručení orientace na studijní ploše. Některé budky byly v průběhu/před experimentem poničeny spadlými stromy, tudíž byly následně z experimentu vyloučeny.

Výzkum zahrnoval dva faktoriální experimenty. První z nich se týkal výběru nocoviště sýkorami dle potenciálního rizika napadení ektoparazity (dále jen „experiment čištění“), druhý výběru nocoviště dle potenciálního rizika predace (dále jen „experiment predace“). Cílem bylo zjistit preference ptáků při nocování v budkách, tedy zda se přiklání k budkám vyčištěným či budkám s přítomností starého materiálu. Podobně jsem chtěla zjistit, zda se budou sýkory vyhýbat budkám s dodaným peřím, které by pro ně mohlo být známkou minulé predace.

3.2.1 Příprava experimentů

Obě období zahrnovala vždy dvě kontroly budek. Při prvních kontrolách, které proběhly 6.–8.1. a 15.–16.10.2022, jsem provedla přípravu experimentů. Náhodně losováním jsem vždy vybrala zhruba polovinu budek jako „experimentální skupinu“ pro každý z experimentů. V praxi to znamenalo, že v některých budkách se v rámci jedné mohly setkat oba experimenty naráz, nicméně někde se vlivem náhody nemusel vyskytnout ani jeden z experimentů. Ptáci tak měli na výběr ze 4 typů budek. Šlo o budky vyčištěné bez peří, vyčištěné s peřím, budky se starým hnízdem bez peří a se starým hnízdem s peřím.

Mimo tyto dvě kontroly proběhl ještě v blízkosti studijní plochy v lednu–únoru 2022 odchyt a následné čipování 50 jedinců sýkory koňadry za účelem sběru dat z RFID čteček, které byly umístěny a fungovaly na většině (cca 90 %) z 95 budek studijní plochy Zmola.

3.2.1.1 Experiment čištění

V prvním experimentu bylo hlavním cílem zredukovat počet ektoparazitů v experimentálních budkách na minimum. K odstranění ektoparazitů z budek se využívají buď metody fyzikální v podobě tepelného ošetření nebo metody chemické s využitím insekticidů (López-Arrabé et al., 2014; Bulgarella et al., 2020). Náhodně vylosovaná experimentální skupina budek byla kompletně vyčištěna od veškerého

materiálu a zároveň ošetřena insekticidem. Insekticidy využitě v experimentu byly spreje proti hmyzu značky Biolit a Profissimo. Účinné látky ve spreji značky Profissimo jsou 4,8 mg/g permethrinu a 6,5 mg/g tetramethrinu, ve spreji značky Biolit je v 1 g přípravku 1,25 mg 1R-trans-fenothrinu a 1 mg prallethrinu. „Kontrolní skupina“ budek byla ponechána bez zásahu, tudíž často uvnitř zůstal starý hnízdní materiál z předešlé hnízdní sezóny.

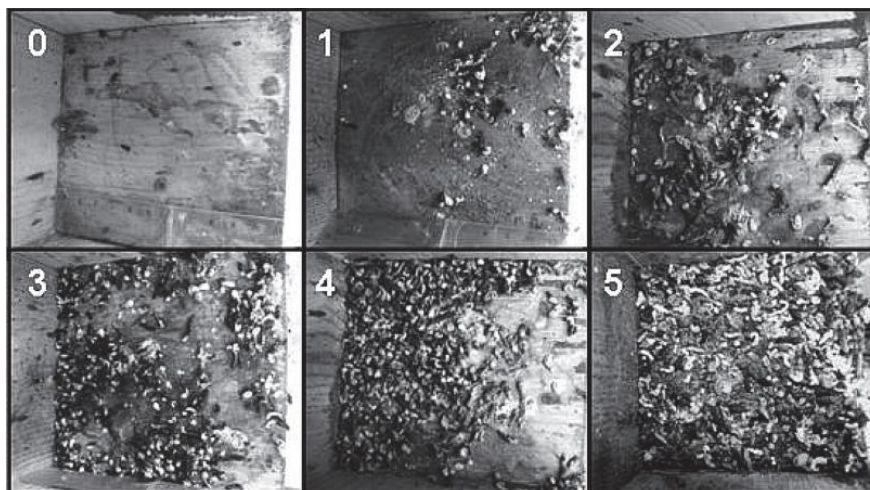
3.2.1.2 Experiment predace

V druhém experimentu jsem simulovala predaci v budce. Manipulaci jsem zde provedla přidáním 10–15 kusů pírek do každé experimentální budky (Ekner a Tryjanowski, 2008). Pírka jsem vložila do budky bez ohledu na její obsah, někdy tak bylo v budce jen peří, někde jsem peří pokládala na hnízdní materiál. Peří jsem získala z holubů hřivnáčů (*Columba palumbus*), holubů skalních (*Columba livia*) a hrdličky zahradní (*Streptopelia decaocto*). Použila jsem peří z břicha, hrudi, hrdla a brady, tudíž jedno pírkó se velikostně pohybovalo okolo 3–4 cm (**Příloha 3**).

3.2.2 Sběr dat k vyhodnocení experimentů

Druhá kontrola v obou sezónách patřila sběru dat k vyhodnocení experimentu. V první sezóně jsem ji provedla 21.3.2022, v druhé sezóně 9.–10.3.2023. Tuto dobu jsem vybrala vždy tak, aby proběhla ještě před začátkem hnízdění a tedy nošením nového hnízdního materiálu do budek. Frekvenci nocování ptáků v jednotlivých budkách jsem určovala za pomoci pokryvnosti dna budky trusem. Ve druhé sezóně, která byla delší, jsem přítomnost ptáků určovala jak podle pokryvnosti trusu, tak i jeho zvažáním.

K vyhodnocení pokryvnosti trusu jsem využila metodiku od Paclíka a Tyllera (2014). Všechn trus jsem před zahájením experimentů z budek odstranila, aby při druhé kontrole byl v budce jen trus nashromážděný po zahájení experimentů. Kontrolu pokryvnosti dna trusem jsem provedla způsobem vyfotografování vnitřního obsahu každé budky svrchu. Pokryvnost trusu jsem rozdělila do 6 kategorií, od 0 (žádný trus) po 5 (celé dno pokryté), přičemž interval mezi jednotlivými kategoriemi byl cca 20 % pokryvnosti dna. Pořízené fotografie na konci každé sezóny jsem pak porovnávala s touto stupnicí za pomoci níže přiloženého **Obr. 1**.



Obrázek 1: Stupnice pokryvnosti trusu v budkách dle Paclíka a Tyllera, 2014.

Druhá metoda sběru dat byla zjišťování hmotnosti trusu v jednotlivých budkách. Tuto metodu jsem vybrala především z toho důvodu, aby se zjistilo, nakolik metoda fotografování a následného určení kategorie pokryvnosti trusu odpovídá skutečnému množství trusu. Během kontrol ve druhé sezóně jsem proto po pořízení fotografie z každé budky odebrala trus do papírového pytlíčku, který jsem popsala číslem budky a uzavřela sešíváčkou. Sebraný trus jsem následně i s pytlíčky vložila do sušičky, kde se nechal sušit po dobu cca 26 hod na 60 °C. Po této době se trus zbavený vlhkosti mohl vážít. Vážení jsem provedla na digitální váze s přesností na 0,01 g (**Příloha 4**).

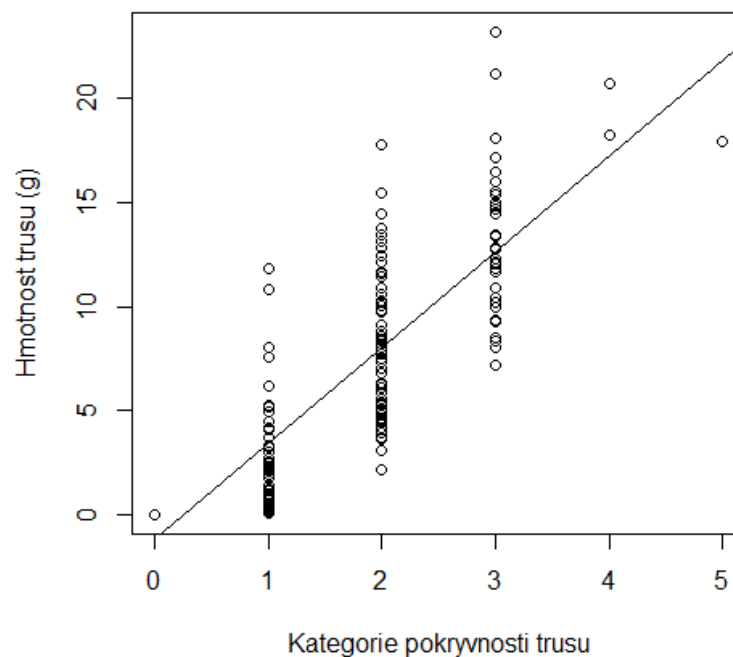
V neposlední řadě jsem část dat získávala z RFID čteček, které byly umístěné na budkách jedné ze studijních ploch. Sýkory jsme v první sezóně odchyťovali do ornitologických sítí a ihned poté jsme jim zavedli čip pod kůži. Následně jsme ptáky na stejném místě vypustili. Čtečky byly vybavené dvěma infračidly reagujícími na začlonění. Jedno bylo umístěné z vnější a druhé z vnitřní strany vletového otvoru. Každý zákryt infračidla aktivoval anténu čtečky, která byla kolem vletového otvoru a která ve chvíli zákrytu zaznamenávala, zda se v jejím okolí nachází nějaký čip. Tato infračidla tak umožňovala zaznamenávat pohyb ptáků dovnitř i ven, informace o jejich zákrytech se odesílaly do paměti čtečky. Sběr těchto dat pak proběhl v listopadu 2022 a červnu 2023 pomocí tabletu a aplikace k tomu určené. Data ze čteček obsahovala číslo budky, datum a čas zákrytu čidla a především informaci o identitě čipu. Díky těmto záznamům bylo možné zjistit, který očiipovaný pták v jakou chvíli danou budku navštívil.

3.2.3 Analýza dat

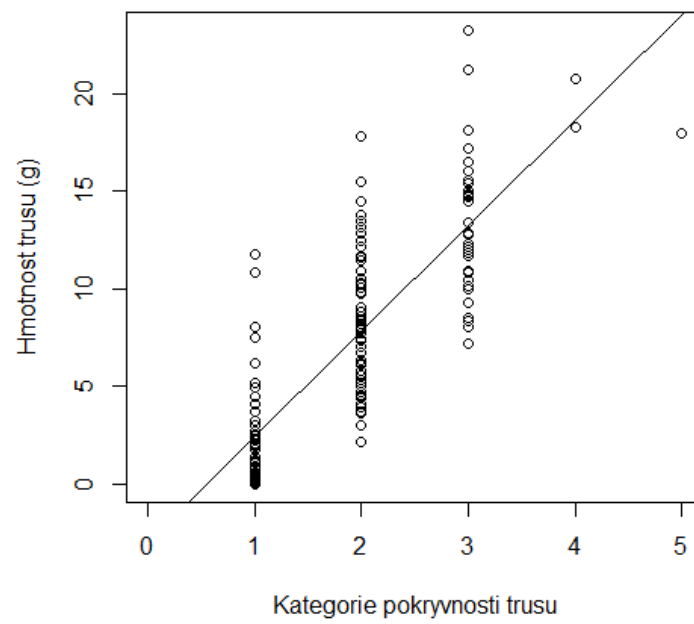
Nejprve jsem ověřila, zda určené kategorie pokryvnosti trusu odpovídají daným hmotnostem, k čemuž jsem použila regresní model. V modelu byla kategorie pokryvnosti

dna budky trusem nezávislá a hmotnost trusu závislá proměnná. Mezi hmotnostmi trusu a kategorií pokryvnosti byl silný pozitivní vztah ($F_{1,203} = 559,4$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,732$, **Obr. 2**). Ve zmíněném vztahu se hodnotila kategorie 0 jako odpovídající 0 g, nicméně tato se nevážíla a bylo to pouze odvozeno. Abych ověřila, že pozitivní vztah není do velké míry dán těmito nulovými hodnotami, zopakovala jsem analýzu po odstranění veškerých nulových hodnot. Mezi hmotnostmi trusu a kategorií pokryvnosti byl opět silný pozitivní vztah ($F_{1,161} = 335,2$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,675$, **Obr. 3**). Proměnné spolu dobře korelovaly, pokryvnost dna trusem tak pro odhad množství trusu v budce docela postačuje.

Hlavními nezávislými proměnnými při hodnocení vlivu experimentů na nocování sýkor byly přítomnost starého hnízda (ano – ne) a přítomnost peří (ano – ne) v budkách. Jako závislé proměnné jsem použila pokryvnost a hmotnost trusu konci experimentu. Hypotézu o vlivu sledovaných faktorů na obsazenost budek jsem testovala pomocí vícefaktorové ANOVY, při které jsem kromě vlivu obou experimentů testovala i jejich interakci. Veškerá data jsem zpracovala v programech Excel a R (R Core team, 2021).



Obrázek 2: Vztah mezi pokryvností trusu a jeho hmotností. Nulové hodnoty jsou zahrnuty.
Regresní rovnice: $y = -1,18 + 4,6x$.



Obrázek 3: Vztah mezi pokryvností trusu a jeho hmotností. Nulové hodnoty nejsou zahrnuty.
Regresní rovnice: $y = -2,7 + 5,4x$.

4. Výsledky

Obsazenost budek jsem nejprve hodnotila na základě pokrývnosti trusu. Pro zjednodušení analýzy a snadnou vizualizaci jsem v prvním kroku původní ordinální proměnnou pokrývnosti rozdělila na dvě kategorie, a to 0 (= budka nevyužita) a 1 (=budka využita), která zahrnovala původní stupně pokrývnosti 1–5. Výsledky se poněkud lišily mezi sezónami. V první sezóně byla nejvyšší obsazenost při kombinaci vyčištěných budek s peřím (69 %). Následovala kombinace vyčištěné budky bez peří (58 %), poté staré hnízdo bez peří (55 %) a nejméně preferovaná byla kombinace starého hnízda s peřím (48 %) (**Obr. 4a**). Ve druhé sezóně se ukázala nejvyšší preference u budek se starým hnízdem bez peří (88 %). Následovaly budky vyčištěné bez peří (81 %), poté vyčištěné s peřím (77 %) a nejméně vyhledávané byly opět budky „plné“, tzn. v kombinaci starého hnízda s peřím (69 %) (**Obr. 4b**). Vyšší obsazenost v porovnání s první sezónou byla způsobena delší expozicí budek během druhé sezóny.

Při spojení obou sezón a použití pokrývnosti dna jako kontinuální proměnné bylo patrné, že jednotlivé kombinace faktorů měly stejnou střední hodnotu, tzn. data byla poměrně rovnoměrně rozložena. Jedinou mírně viditelnou odlišností byla nejnižší obsazenost kombinace starého hnízda s peřím ($F_{3,410} = 3,313$, $p = 0,020$, **Tab. 1, Obr. 5a**). Když jsem k vyhodnocení obsazenosti použila jako závislou proměnnou hmotnost trusu, pak v případech, kdy budky byly experimentálně vyčištěné, ptáci preferovali ty s obsahem peří. Pokud v budce staré hnízdo zůstalo, ptáci obsazovali hojněji ty, které peří uvnitř vložené neměly ($F_{3,200} = 2,563$, $p = 0,056$, **Tab. 2, Obr. 5b**).

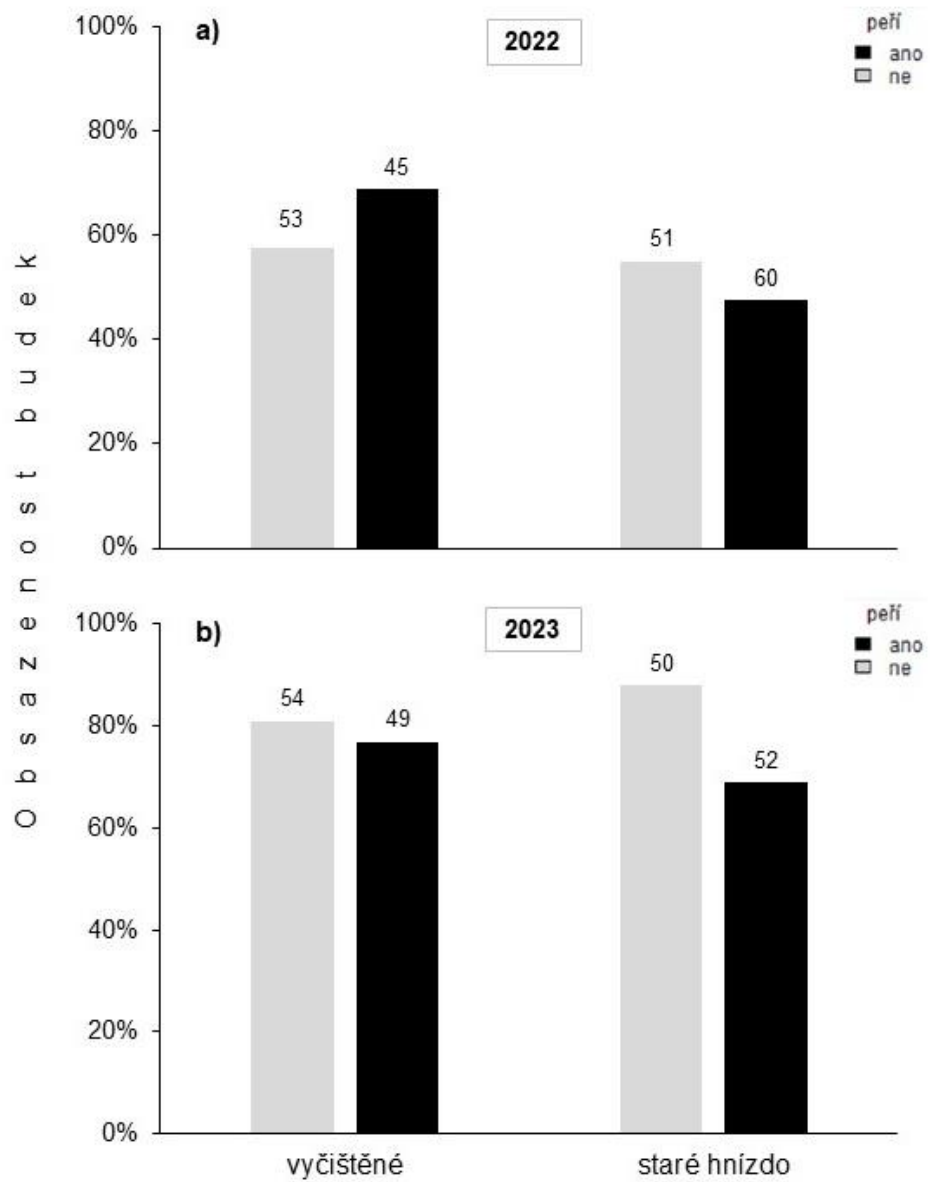
Tabulka 1: Vliv experimentálních zásahů na pokrývnost trusu v budce na konci experimentu.

	odhad	SE	t	P
intercept	1.27	0.098	12.96	< 0.001
experiment čištění (vyčištěné)	-0.20	0.136	-1.48	0.139
experiment predace (s peřím)	-0.39	0.135	-2.91	0.004
interakce experimentů (vyčištěné–s peřím)	0.53	0.193	2.73	0.007

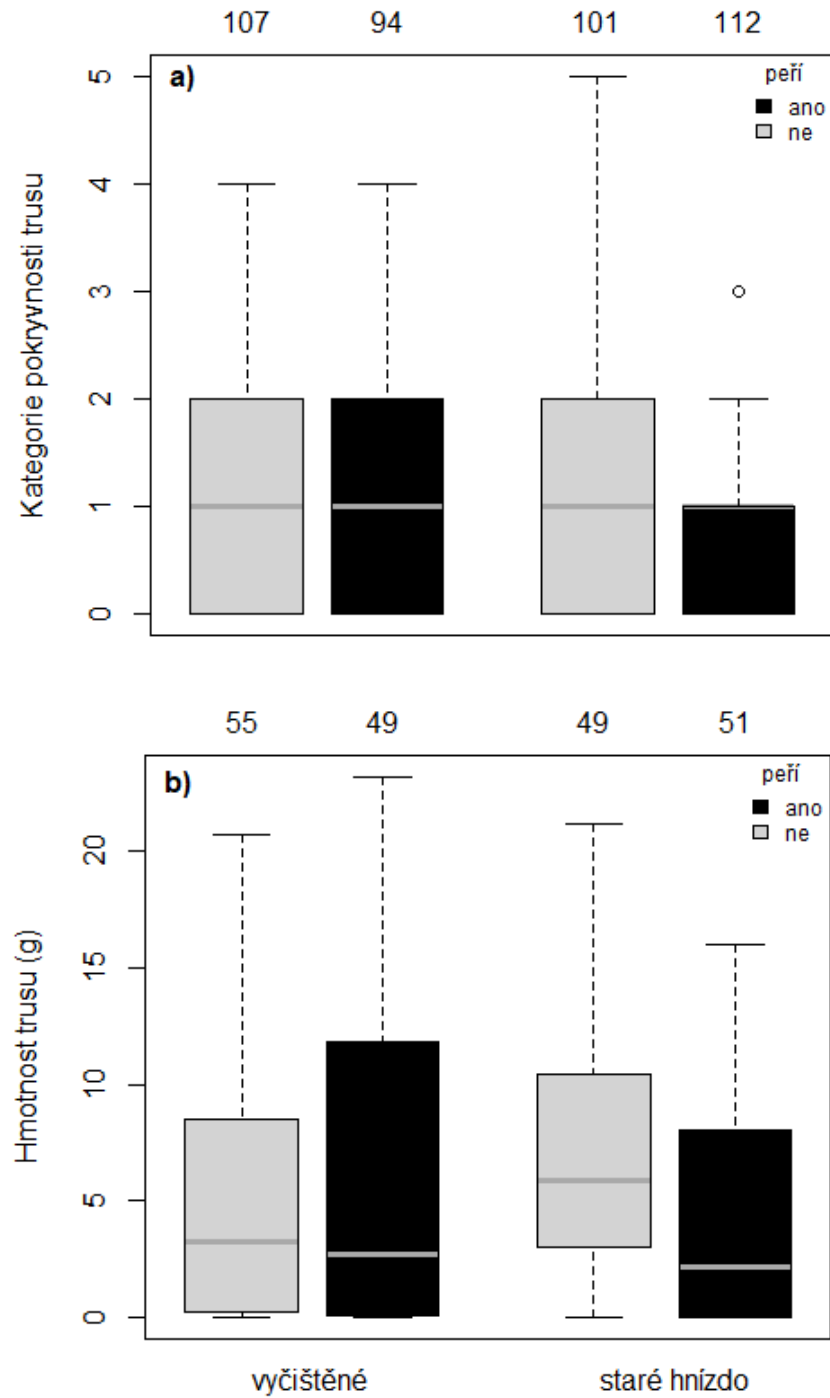
Tabulka 2: Vliv experimentálních zásahů na hmotnost trusu v budce (g) na konci experimentu.

	odhad	SE	t	P
intercept	7.12	0.803	8.87	< 0.001
experiment čištění (vyčištěné)	-2.31	1.105	-2.09	0.037
experiment predace (s peřím)	-2.75	1.125	-2.45	0.015
interakce experimentů (vyčištěné–s peřím)	4.15	1.577	2.63	0.009

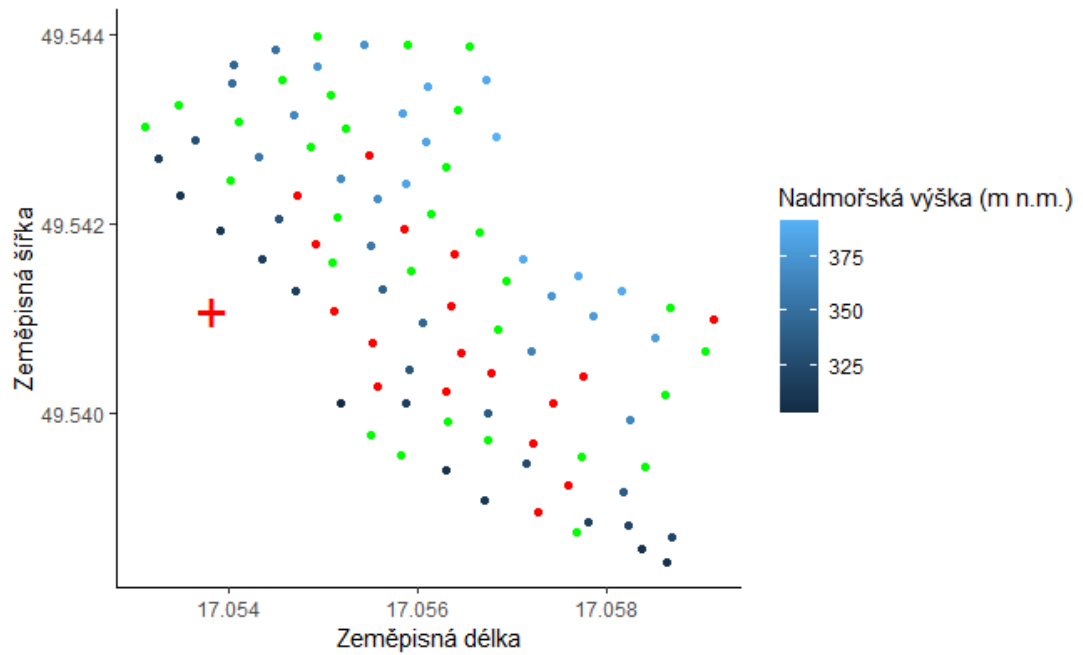
Pro vyhodnocení nocování sýkor v budkách pomocí RFID čteček bylo potřeba získat z velkého množství záznamů jen ty relevantní pro nocování. Data jsem proto filtrovala v programu R tak, aby zůstaly pouze záznamy z doby zobrazující nocování, pro což se vybral čas cca hodinu před východem a západem Slunce. Tato doba byla vybrána dle vyzorovaného peaku v návštěvnosti daných budek. Rovněž se odfiltrovaly návštěvy v měsících březen – červenec, které již mohly znamenat stavbu hnízda či další fáze hnízdění. Po této filtraci dat se zobrazil jasný vzorec v chování sýkor. Pohyb v budkách na této studijní ploše byl zaznamenán u 23 jedinců z celkových 51 očištěných. Z těchto zaznamenaných sýkor jich bylo 19 věrných jedné budce, a to bez ohledu na vnitřní stav budky (~ kombinaci experimentů). Někteří tito jedinci čas od času nakoukli i do jiné budky, nicméně po detailním prozkoumání všech záznamů z těchto budek jsem zjistila, že v žádné nenocovali. Záznamy zde povětšinou ukázaly pouze návštěvu budky zrána po probuzení ve „své budce“, tudíž se na základě této informace mohlo nocování v těchto ostatních budkách vyloučit (detaily viz **Příloha 5**). Tyto ostatní budky byly téměř vždy v těsné blízkosti budky využívané k pravidelnému nocování. Data však také ukázala, že sýkory nenocovaly ve své budce každou noc námi sledovaného období. To naznačuje, že mohlo dojít k jejich úmrtí před koncem sezóny nebo k nocování využily přirozené dutiny, které nebyly sledovány čtečkami. Je také viditelné, že většina ptáků se vyhýbala nocování na okraji plochy a více stahovala do středu studijní plochy (**Obr. 6**).



Obrázek 4: Obsazenost budek v závislosti na kombinaci studovaných faktorů v první (a) a druhé sezóně (b). Období druhé sezóny 2022/2023 je pro lepší přehlednost označeno jako 2023. Čísla nad sloupci zobrazují velikost daného vzorku, tedy počet budek v příslušné kombinaci faktorů.



Obrázek 5: Obsazenost budek podle stupnice pokryvnosti trusu (**a**) a hmotnosti trusu v gramech (**b**) v závislosti na kombinaci daných faktorů. Horizontální přímký zobrazují mediány, jednotlivé krabice udávají interkvartilové rozpětí. Chybové úsečky značí data, která spadají do 1,5násobku interkvartilového rozpětí, jednotlivé body pak zobrazují odlehlé hodnoty. Velikost vzorků je uvedena nad sloupci (počet budek). Graf a) má větší vzorky, jelikož je založen na datech z obou sezón, kdežto graf b) je založen jen na datech z druhé sezóny.



Obrázek 6: Zobrazení rozmístění budek studijní plochy Zmola. Červenou barvou jsou zvýrazněné budky, které byly pravidelně obsazovány očipovanými ptáky. Jedna z těchto budek byla obsazována dvěma jedinci, avšak v rozdílnou roční dobu, proto je počet červených bodů o jeden nižší než celkový počet „věrných“ jedinců. Zelené body značí budky, které měly na konci sezóny (21.3.2022) nulovou pokrývnost, tudíž byly dostupné pro ptáky, nicméně nebyly využité. Červený křížek značí místo čipování sýkor.

5. Diskuse

Záměrem této práce bylo zjistit, dle čeho si ptáci vybírají svá zimní nocoviště. Předpokládala jsem, že ptáci budou preferovat budky vyčištěné oproti těm se starým hnízdem, kde se mohou vyskytovat ektoparazitě. Tato náklonnost k nocovištím bez parazitů se prokázala již v mnoha pracích (např. Christe et al., 1994; Merilä a Allander, 1995; Dhondt et al., 2010), nezkoumala se v nich však interakce s dalším faktorem pro výběr nocoviště, jakým je třeba riziko predace. Předpokládala jsem preferenci budek bez peří jakožto nocovišť bez rizika predace (např. Ekner a Tryjanowski, 2008; Griggio et al., 2016). V mé práci se preference v jednotlivých sezónách poměrně lišily. Jediným výrazným (nikoliv však statisticky signifikantním) výsledkem byla nejmenší preference starého hnízda s peřím. Důležitým výsledkem mé práce byl silný pozitivní vztah mezi pokryvností a hmotností trusu jako ukazateli obsazenosti budek. Na studované ploše jsem rovněž zjistila velmi vysokou věrnost sýkor jejich nocovišti.

Metodický aspekt

Zajímalo mě, zda pokryvnost zjištěná z fotografií odpovídá hmotnosti trusu. Metodu sledování obsazenosti budek podle zhodnocení pokryvnosti dna budky trusem využilo již mnoho autorů (např. Dhondt et al., 2010; Paclík, 2019), jelikož nezpůsobuje rušení ptáků při nocování. Rovněž pouhé vizuální posouzení pokryvnosti je méně náročné než hodnocení obsazenosti na základě sběru trusu z každé budky s jeho následným vážením. Závěrem lze jednoznačně potvrdit, že pokryvnost dna trusem dle fotografií odpovídala hmotnosti a může tak být použita jako vhodná metoda pro zjištění obsazenosti budek nocujícími ptáky. Při použití této metody je však nutné brát v potaz konkrétní charakteristiky budek (např. rozdíl v pokryvnosti při porovnání menší budky oproti větší; Paclík a Tyller, 2014). Díky této neinvazivní metodě jsou ptáci ušetřeni možné újmy z vyrušení z energeticky náročného zimního nocování. Tento výsledek zároveň může ušetřit práci autorům podobně zaměřených vědeckých prací.

Experiment čištění

V chování sýkor bylo možné si povšimnout několika obecných vzorců. Výběr nocování v budce ošetřené oproti budce s parazity byl již u sýkor koňader prokázán (Christe et al., 1994), tato náklonnost byla viditelná v první sezóně i v mé studii. To, že tato preference nebyla nijak výrazná, mohlo být způsobeno krátkou dobou (cca 3 měsíce), po kterou byli ptáci experimentu vystaveni. Vysvětlení preference vyčištěných budek by také mohlo naznačovat neustále postupující globální oteplování a rovněž tak mírnější zimy (Paclík,

2019). Nicméně tuto možnost by bylo třeba studovat v dlouhém časovém úseku, aby byl daný trend prokazatelný.

V druhé sezóně se ukázala jiná preference. Zde se mi jevily jako nejvíce navštěvované budky se starým hnízdem bez peří, což mohlo být opět způsobeno několika faktory. Obsazování budek významně ovlivňuje přítomnost/nepřítomnost ektoparazitů. Christe et al. (1994) ve svém experimentu nabídli ptákům budky s obsahem starého hnízdního materiálu, do některých z nich navíc dodali ektoparazity. Ptáci pak nocovali převážně v budkách se starým hnízdem a těm s hnízdy obsahující parazity se značně vyhýbali. Ne vždy tak musí nutně znamenat staré hnízdo = přítomnost ektoparazitů. To mohlo způsobit, že se ptáci v mé studii budkám se starým hnízdem nutně nevyhýbali. Výskyt ektoparazitů ve starém hnízdním materiálu jsem na naší ploše nijak nezkoumala, pouze předpokládala. Vzhledem k tomu, že se budky v této lokalitě pravidelně čistí, může zde být množství ektoparazitů v hnízdech nižší než v přirozených dutinách. Dále musí být brána v úvahu delší doba sledovaného období v druhé sezóně. V několika studiích bylo zjištěno, že využití budek k nocování klesá od listopadu do února/března (např. Krištín et al., 2001; Typiak et al., 2019), což mohlo přispět k rozdílům mezi sezónami. Někteří ptáci rovněž měli svou preferovanou budku, do které se pravidelně vraceli již před zahájením experimentů, tudíž mohli pozměněný materiál v budce ignorovat (details v podkapitole „Věrnost sýkor koňader nocovištím“).

Vzhledem k tomu, že jsem použila metodu zahrnující odstranění veškerého materiálu v budce, mohla na ptáky mít vliv i změna teplotních vlastností. „Kontrolní skupina“ budek byla ponechána bez zásahu, nicméně při odstranění hnízdního materiálu se mohly změnit i izolační vlastnosti budek. Možné limity experimentu čištění vidím také v tom, že ptáci se mohli budkám ošetřeným insekticidy vyhýbat. Autoři studií, zabývající se tímto tématem, studovali pouze účinky insekticidů na kondici ptáků (např. Bulgarella et al., 2020). Žádná studie se doposud nezabývala samotným chováním ptáků vystavených ošetřeným budkám.

Experiment predace

Co se týče experimentu predace s peřím, v první sezóně ptáci na tento faktor nereagovali. Výsledek se shoduje se závěrem práce, ve které autoři využili k podobnému experimentu pachové stopy, jimž se ptáci nijak nevyhýbali (Amo et al., 2018). Ignorování znaků predace v budkách mohlo být způsobeno tím, že nocující ptáci se zdržovali v průběhu dne v blízkém okolí, tudíž mohli spoléhat na to, že by potenciální nebezpečí spatřili. Zároveň ptáci nemuseli vnímat vložené peří v budce jako něco neobvyklého. Odlišné výsledky by

mohlo přinést použití jiných stop po predátorovi, např. chemických, pachových, které jsou ptáci schopni detekovat (Amo et al., 2008). Negativní výsledky v první sezóně mohly být způsobeny podobnými jevy jako u experimentu čištění (krátká doba vystavení experimentu, klesající obsazenost v průběhu zimy, možnost věrnosti nocovištím atp. – viz výše).

Ve druhé sezóně se ukázala preference budek bez vloženého peří. Zároveň při součtu obsazených budek v obou sezónách se obě kombinace bez peří jeví jako favorizovanější. Některé starší studie jednoznačně prokázaly, že se ptáci vyhýbají znakům potenciální predace, jako je právě peří, chlupy či zbytky potravy predátorů (Amo et al., 2011; Ekner a Tryjanowski, 2008). Ani v případě zahraničních studií se tak výsledky v této tématice jednoznačně neshodují (Amo et al., 2008; Ekner a Tryjanowsky, 2008). Kromě rizika predace je možným vysvětlením preference budek bez peří také to, že ptáci mohli vnímat budku s vloženým peřím jako již obsazenou jiným jedincem.

Interakce mezi jednotlivými faktory

Je třeba vzít v potaz to, že ptáci mohli nocoviště vybírat dle kombinace jednotlivých faktorů. V obou sezónách totiž ptáci viditelně více obsazovali budky s peřím, pokud byly vyčištěné. Je možné, že ptáci vnímají větší množství materiálu (tzn. hnízdo včetně vloženého peří) v budce jako mající větší potenciál na množení ektoparazitů. Toto by mohlo vysvětlovat i celkovou nejmenší atraktivitu kombinace starého hnízda s peřím, jelikož se ptáci mohli budkám s vyšším potenciálem na přítomnost ektoparazitů vyhýbat. Další interakce se projevila v případě budek se starým hnízdem bez peří, jež byly ve druhé sezóně více preferované než vyčištěné. Zcela vyčištěné budky poskytují minimální teplotní komfort a starý hnízdní materiál je zárukou větší ochrany před povětrnostními vlivy (Cooper, 1999). V průběhu zimy je pravděpodobně silnější evoluční tlak na výběr nocoviště teplotně příznivějšího, jelikož je to období rozhodující pro přežití ptáků (Ekner a Tryjanowski, 2008).

Ptáci při výběru nocoviště sledují i mnoho dalších faktorů, jako je vlhkost v budce či její stáří (Ekner-Grzyb et al., 2014), které v tomto experimentu sledovány nebyly. Aby se výsledky mohly považovat za věrohodné, bylo by také třeba zvýšit velikost vzorku. Je také možné, že doba provádění experimentů nebyla dostatečně dlouhá. Proto by bylo do budoucna dobré, aby se podobný experiment provedl znovu, avšak po více stejně dlouhých zimních sezón.

Věrnost sýkor koňader nocovištím

Na naší studijní ploše byla u sýkor koňader zjištěna vysoká věrnost svému nocovišti, což koresponduje s výsledky jiných prací (např. Báldi a Csörgo, 1994; Krištín et al., 2001). Z tohoto zjištění je tak možné vysvětlit, proč se v některých budkách nakoncentrovalo větší množství trusu než jinde na ploše, a zároveň i rozdílné výsledky experimentů z obou sezón, jelikož ptáci příliš nereagovali ani na jeden z experimentů. Sýkory tak mohly pozměněný materiál ve své budce tolerovat či ignorovat, přičemž věrnost nocovišti byla silnější. Zajímavé by nicméně bylo pro podobný experiment očipovat mladé ptáky, třeba ještě v hnízdě, protože ti zatím nemají preferenci pro nějakou budku jako své nocoviště. Na takových naivních jedincích by se proto mohly lépe sledovat jejich preference pro výběr nocoviště.

Budka, kterou si pták vybral pro nocování, mu někdy sloužila také pro hnízdění, což naznačuje věrnost i v hnízdním období (nezveřejněná data) a potvrzovalo by to výsledky jiných prací (Krištín et al., 2001). Zároveň bylo možné si povšimnout, že pozice obsazovaných budek byla převážně v centru plochy. To odpovídá výsledkům, které byly zjištěny v práci Báldiho a Csörga (1994), že se ptáci v rámci plochy s rovnoměrně rozmístěnými budkami soustřeďují do jejího středu. Prostorové rozmístění jedinců mohl ovlivnit okrajový efekt (tzv. edge-effect), v tomto případě například v důsledku lepších povětrnostních podmínek ve větším zápoji lesa vedoucím do středu plochy.

Krištín et al. (2001) využili ke zjištění obsazenosti přímé noční kontroly s odchytom a kroužkováním jedinců. Věrnost nocovištím zde byla i přesto prokázána, avšak tyto přímé kontroly mohou ovlivnit jiné sledované vzorce chování a výsledky mohou být zatíženy metodickým artefaktem (Tyller, 2010). Jak prokázal Tyller (2010) ve své práci, sýkory koňadry nejméně obsazovaly budky, které byly kontrolovány přímou metodou s odchytom a kroužkováním jedinců, v porovnání s budkami kontrolovanými méně invazivní metodou (vlození minikamery do budky). Proto je dobré využívat ke zjištění obsazenosti bezkontaktní metody, u kterých je možné se spolehnout na věrohodnost výsledků. Jak jsem prokázala touto prací, použití RFID čteček ke sledování věrnosti či samotné obsazenosti budek je zcela vhodné. Využití čteček a očipovaných ptáků může být vhodným nástrojem pro sledování mnoha dalších vzorců chování ptáků při nocování, jako je např. rozdílnost mezi pohlavími, průměrná doba strávená v budkách či překryv nocujících míst s hnízdním teritoriem. Zajímavé by bylo rovněž sledovat tyto vzorce po více zimních sezón a na větším počtu očipovaných ptáků, což tak může být motivací pro další zájemce o tuto problematiku.

6. Závěr

Touto prací jsem chtěla zjistit, jaké preference se objevují u sýkor při nocování v hnízdních budkách. Na studijních plochách Velkého Kosíře jsem tak manipulovala faktory, které mohou ovlivňovat výběr nocovišť. Ptáci si tak mohli vybrat z celkového počtu 213 budek, přičemž v nabídce byly budky vyčištěné bez peří, vyčištěné s peřím, budky se starým hnízdem bez peří a se starým hnízdem s peřím. Vyčištěné budky měly snížené až nulové množství ektoparazitů, kdežto u budek s obsahem starého hnízdního materiálu se předpokládala přítomnost těchto ektoparazitů. Budky s vloženým peřím měly pro ptáky představovat simulaci možné minulé predace v budce, kdežto budky bez peří potenciálně bezpečnější nocoviště. Ukázalo se však, že žádná z kombinací nebyla přednostně navštěvována. Pouze kombinace starého hnízda s peřím se ukázala jako nejméně oblíbená v obou sezónách.

Obsazenost budek jsem sledovala z pokryvnosti dna trusem, jež jsem vyhodnocovala na základě pořízených fotografií vnitřku budky na konci zimní sezóny. Rovněž jsem zjistila, že tato metoda je zcela odpovídající konkrétní hmotnosti trusu, tudíž je možné ji využívat ke kontrole noční obsazenosti budek.

Ve své práci jsem také využila kontrolu nocovišť za pomoci RFID čteček umístěných na budkách, jež snímaly každou návštěvu sýkor, které jsme před zimní sezónou očipovali. Tato dodatečná metoda sledování obsazenosti ukázala, že sýkory jsou extrémně věrné svému nocovišti. Výsledky práce tak rozšiřují znalosti o chování ptáků nocujících v budkách. Práce by rovněž mohla být motivací pro další zájemce, kteří by se chtěli podobným tématem zabývat, jelikož také nadnesla mnoho dalších zajímavých otázek ohledně nocování ptáků.

Literatura

- Amo, L., Galván, I., Tomás, G., Sanz, J.J., 2008. Predator odour recognition and avoidance in a songbird. *Funct. Ecol.* 22, 289–293.
- Amo, L., Tomás, G., Saavedra, I., Visser, M.E., 2018. Wild great and blue tits do not avoid chemical cues of predators when selecting cavities for roosting. *PLoS One* 13, 1–11.
- Amo, L., Visser, M.E., Oers, K. van, 2011. Smelling out predators is innate in birds. *Ardea* 99, 177–184.
- Andreasson, F., Nord, A., Nilsson, J.Å., 2019. Age-dependent effects of predation risk on night-time hypothermia in two wintering passerine species. *Oecologia* 189, 329–337.
- Báldi, A., Csörge, T., 1994. Roosting site fidelity of great tits (*Parus major*) during winter. *Acta Zool. Hungarica* 40, 359–367.
- Báldi, A., Csörge, T., 1997. Spatial arrangement of roosting great tits (*Parus major*) in a Hungarian forest. *Acta Zool. Acad. Sci. Hungaricae* 43, 295–301.
- Bulgarella, M., Knutie, S.A., Voss, M.A., Cunninghame, F., Florence-Bennett, B.J., Robson, G., Keyzers, R.A., Taylor, L.M., Lester, P.J., Heimpel, G.E., Causton, C.E., 2020. Sub-lethal effects of permethrin exposure on a passerine: Implications for managing ectoparasites in wild bird nests. *Conserv. Physiol.* 8, 1–16.
- Caspers, B.A., Krause, E.T., 2011. Odour-based natal nest recognition in the zebra finch (*Taeniopygia guttata*), a colony-breeding songbird. *Biol. Lett.* 7, 184–186.
- Christe, P., Oppliger, A., Richner, H., 1994. Ectoparasite affects choice and use of roost sites in the great tit, *Parus major*. *Anim. Behav.* 47, 895–898.
- Cooper, S.J., 1999. The thermal and energetic significance of cavity roosting in mountain chickadees and juniper titmice. *Condor* 101, 863–866.
- Cooper, S.J., Gessaman, J.A., 2019. Nocturnal hypothermia in seasonally acclimatized mountain chickadees and juniper titmice. *Condor* 107, 151–155.
- Dhondt, A.A., Blondel, J., Perret, P., 2010. Why do corsican blue tits *Cyanistes caeruleus ogliastrae* not use nest boxes for roosting? *J. Ornithol.* 151, 95–101.
- Dhondt, A.A., Driscoll, M.J.L., Swarthout, E.C.H., 2007. House finch *Carpodacus mexicanus* roosting behaviour during the non-breeding season and possible effects of mycoplasmal conjunctivitis. *Ibis (Lond. 1859)*. 149, 1–9.
- Dittmann, T., Zinsmeister, D., Becker, P.H., 2005. Dispersal decisions: Common terns, *Sterna hirundo*, choose between colonies during prospecting. *Anim. Behav.* 70, 13–20.

- Dungel, J., Hudec, K., 2001. Atlas ptáků České a Slovenské republiky. Academia, Praha.
- Ekner-Grzyb, A., Zolnierowicz, K.M., Lisicki, D., Tobolka, M., 2014. Habitat selection taking nest-box age into account: A field experiment in secondary hole-nesting birds. *Folia Zool.* 63, 251–255.
- Ekner, A., Tryjanowski, P., 2008. Do small hole nesting passerines detect cues left by a predator? A test on winter roosting sites. *Acta Ornithol.* 43, 107–111.
- Griggio, M., Fracasso, G., Mahr, K., Hoi, H., 2016. Olfactory assessment of competitors to the nest site: An experiment on a passerine species. *PLoS One* 11.
- Jouventin, P., Mouret, V., Bonadonna, F., 2007. Wilson's storm petrels *Oceanites oceanicus* recognise the olfactory signature of their mate. *Ethology* 113, 1228–1232.
- Krištín, A., Mihál, I., Urban, P., 2001. Roosting of the great tit, *Parus major* and the nuthatch, *Sitta europaea* in nest boxes in an oak-hornbeam forest. *Folia Zool.* 50, 43–53.
- Li, X., Yu, J., Yin, D., Jin, L., Zhang, K., Wang, H., 2023. Using radio frequency identification (RFID) technology to characterize nest site selection in wild Japanese tits *Parus minor*. *J. Avian Biol.* 1–10.
- Libois, E., Gimenez, O., Oro, D., Mínguez, E., Pradel, R., Sanz-Aguilar, A., 2012. Nest boxes: A successful management tool for the conservation of an endangered seabird. *Biol. Conserv.* 155, 39–43.
- López-Arrabé, J., Cantarero, A., Pérez-Rodríguez, L., Palma, A., Moreno, J., 2014. Experimental pyrethroid treatment underestimates the effects of ectoparasites in cavity-nesting birds due to toxicity. *Ibis (Lond. 1859)*. 156, 606–614.
- Mainwaring, M.C., 2011. The use of nestboxes by roosting birds during the non-breeding season: A review of the costs and benefits. *Ardea* 99, 167–176.
- Merilä, J., Allander, K., 1995. Do great tits (*Parus major*) prefer ectoparasite-free roost sites? An experiment. *Ethology* 99, 53–60.
- Nevitt, G.A., Bonadonna, F., 2005. Sensitivity to dimethyl sulphide suggests a mechanism for olfactory navigation by seabirds. *Biol. Lett.* 1, 303–305.
- Paclík, M., 2019. Hnízdění a zimní nocování sýkor v budkách s různými vnitřními rozměry. *Sylvia* 55, 93–102.
- Paclík, M., Tyller, Z., 2014. Trus jako indikátor obsazenosti budek nocujícími ptáky v zimě. *Sylvia* 50, 12–24.
- Petty, S.J., Shaw, G., Anderson, D.I.K., 1994. Value of nest boxes for population studies and conservation of owls in coniferous forests in Britain. *J. Raptor Res.* 28, 134–142.

- Rohner, C., Krebs, C.J., Hunter, D.B., Currie, D.C., 2000. Roost site selection of great horned owls in relation to black fly activity: An anti-parasite behavior. *Condor* 102, 950–955.
- Sládeček, J., 2006. Použití miniaturní videokamery pro kontrolu hnízd. *Panurus* 15, 117–118.
- Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., 2016. Ptáci Evropy, Severní Afriky a Blízkého východu. Ševčík.
- Tomás, G., Merino, S., Moreno, J., Morales, J., 2007. Consequences of nest reuse for parasite burden and female health and condition in blue tits, *Cyanistes caeruleus*. *Anim. Behav.* 73, 805–814.
- Tyller, Z., 2010. Metodická studie nocování sýkory koňadry v lužním lese. Diplomová práce, Katedra ekologie a ŽP, PřF UP v Olomouci, 27 s., 7 příloh, česky.
- Typiak, J.A., Typiak, M.J., Mazgajski, T.D., 2019. Nest box use for winter roosting within a flock of tits. *Polish J. Ecol.* 67, 148–158.
- Veřký, M., Kaňuch, P., Krištín, A., 2010. Selection of winter roosts in the great tit *Parus major*: Influence of microclimate. *J. Ornithol.* 151, 147–153.

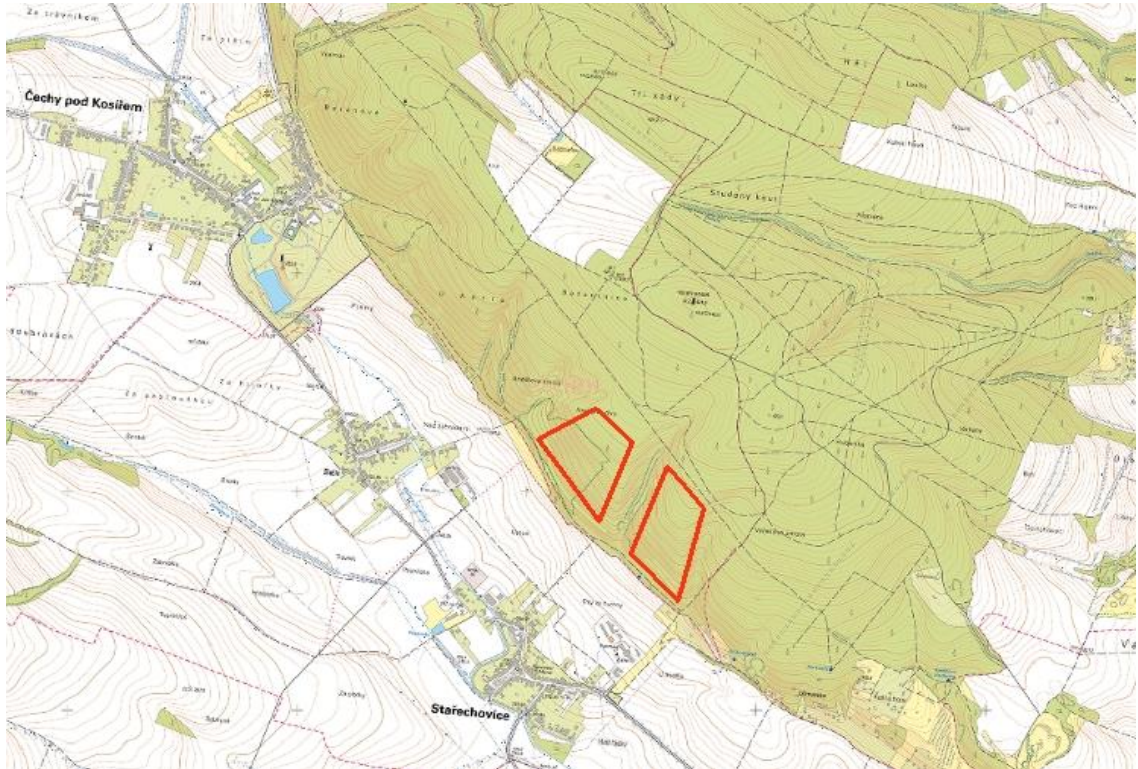
Internetové zdroje:

- AOPK ČR. Nálezová databáze ochrany přírody. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/nd/>, k datu 27.3.2023.
- Pladias. Databáze české flóry a vegetace. Dostupné z: www.pladias.cz, k datu 27.3.2023.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

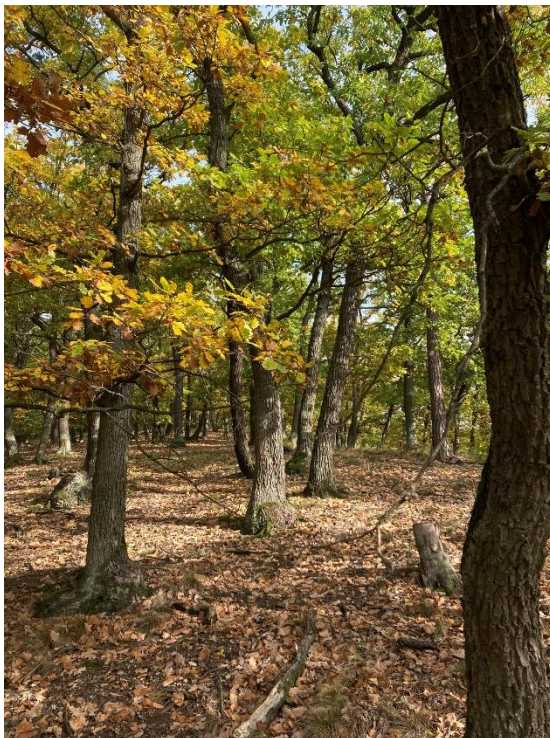
Přílohy

Příloha 1: Vyznačení přibližného umístění studijních ploch na topografické mapě.....	25
Příloha 2: Ukázka biotopu studijní plochy.....	25
Příloha 3: Ukázka podoby budky po provedení experimentu predace.	26
Příloha 4: Ukázka vážení trusu na digitální váze.....	26
Příloha 5: Tabulka zobrazující návštěvy očipovaných ptáků v jednotlivých budkách...	27

Příloha 1: Vyznačení přibližného umístění studijních ploch na topografické mapě v měřítku 1:25000. Zdroj mapového podkladu: geoportál ČÚZK, 2023.



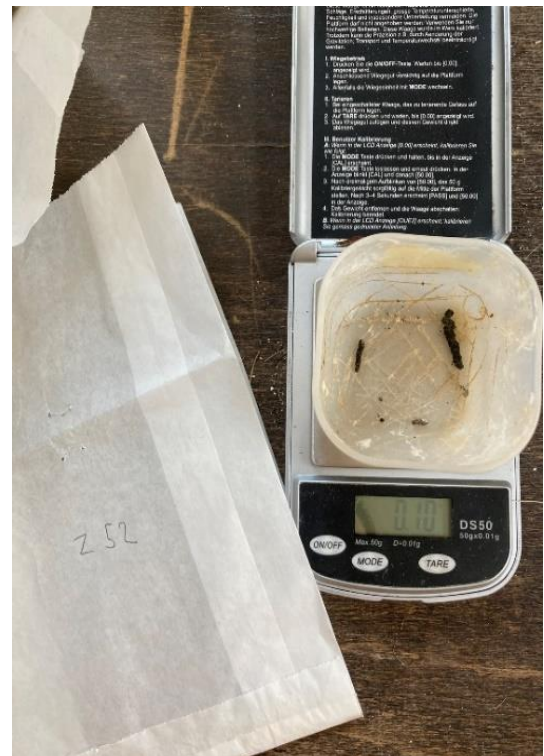
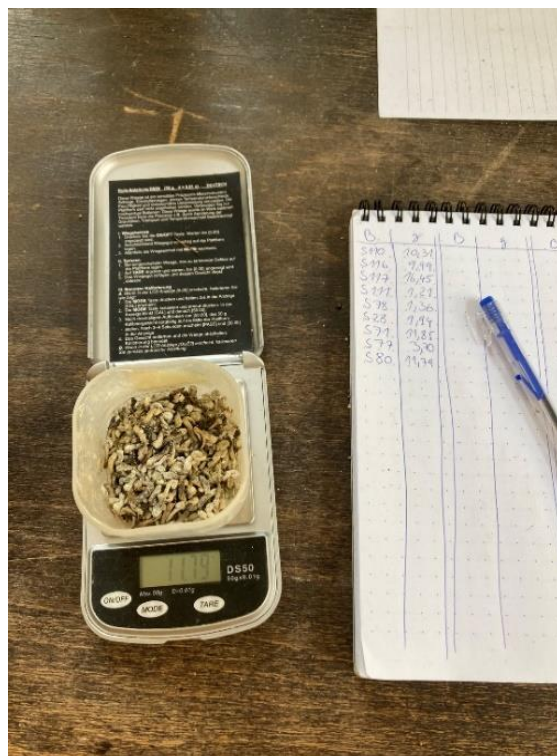
Příloha 2: Ukázka biotopu studijní plochy. Vlevo teplomilná doubrava, říjen 2022; vpravo akátový háj, březen 2023.



Příloha 3: Ukázka podoby budky po provedení experimentu predace. Na každou fotku jsem dodala papírek s označením konkrétní budky, abych ji mohla později při vyhodnocování snadno identifikovat. Zde označení „Z51“ značí studijní plochu Zmola a číslo budky 51.



Příloha 4: Ukázka vážení trusu na digitální váze.



Příloha 5: Tabulka zobrazující návštěvy očipovaných ptáků v jednotlivých budkách v rozmezí hodinu před východem a západem Slunce. Sloupec „navštívena“ udává počet dnů, kdy byla ve sledovaném období budka navštívena. „Maximum“ udává maximální počet dnů, kdy mohla budka být navštívena (tj. od očipování ptáka do sběru dat či konce sezóny). „Záznamy“ udává celkový počet záznamů čipu ve sledovaném období. „Nocování“ udává, zda jsem budku považovala za vybranou k nocování.

ID ptáka	ID budky	navštívena	maximum	záznamy	nocování
10869143	Z029	28	123	378	ano
10869143	Z044	4	123	34	ne
10869143	Z018	2	123	3	ne
10869276	Z069	56	123	321	ano
10891293	Z082	72	123	294	ano
10893436	Z045	56	131	250	ano
10890790	Z077	15	110	234	ano
10885810	Z030	28	123	149	ano
10890901	Z057	33	110	132	ano
10885668	Z053	35	131	122	ano
10892972	Z073	28	123	118	ano
10891350	Z015	36	131	104	ano
10868096	Z048	18	131	84	ano
10868096	Z051	2	131	4	ne
10868096	Z074	1	131	3	ne
10890034	Z071	15	110	84	ano
10890034	Z055	1	110	7	ne
10889975	Z068	15	110	63	ano
10890624	Z041	6	110	53	ano
10891216	Z023	15	110	53	ano
10890848	Z088	22	123	43	ano
10887046	Z052	10	131	42	ano
10890014	Z051	15	110	40	ano
10895845	Z041	7	123	91	ano
10894799	Z065	2	131	10	ne
10894799	Z041	1	131	3	ne
10894712	Z006	5	131	7	ne
10894712	Z009	1	131	1	ne
10893921	Z049	1	131	3	ne
10894597	Z069	1	131	1	ne